

PENGARUH ABU TERBANG DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Lina Flaviana Tilik

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang-30139

E-mail: lina_tilik@yahoo.co.id

ABSTRACT

Additional material used in this study is fly ash. Fly ash is the waste from burning of coal fired power plant using coal fuel. Fly ash used was derived from Bukit Asam Tanjung Enim of coal fired power plant. Types of fly ash used are class F of fly ash which is the result of burning coal type anthracite / bituminous coal with low CaO content is less than 10%. Research was conducted to determine the effect of early pressure and the percentage of fly ash as a partial substitute for cement to the value of concrete compressive strength as a pavement. Test object used is a cylinder with a diameter of 10 cm and high of 20 cm. First independent variables in this study used the variable that determine the percentage of substitution of fly ash by weight of cement that's equal 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%. Concrete containing 20% fly ash as a partial substitution of cement compressive strength value is a lower than the value of compressive strength of normal concrete.

Keywords: Concrete, Superplasticizer, Fly ash

PENDAHULUAN

Penggunaan material beton sebagai bagian dari struktur bangunan yang memiliki beberapa kelebihan, antara lain: mempunyai kuat tekan tinggi, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan, tidak membutuhkan pemeliharaan yang cukup berarti dan relatif tahan terhadap api serta cuaca. Namun sejak dua dekade terakhir ini, dengan berhasil dikembangkannya berbagai jenis *admixture* dan aditif untuk campuran beton, terutama *water reducer* atau *plasticizer* dan *superplasticizer*, maka telah terjadi kemajuan yang sangat pesat pada teknologi beton.

Sebagai bahan konstruksi, beton lebih banyak digunakan dalam pembuatan bangunan-bangunan modern seperti gedung pencakar langit, jembatan, bendungan dan pelabuhan. Karena beton merupakan bahan yang umum dikerjakan, tanpa lama, ekonomis, tidak mudah terbakar dan dapat dikerjakan atau dicor di tempat pelaksanaan.

Semakin besar faktor air semen (FAS) yang digunakan semakin besar porositas, sebaliknya semakin kecil faktor air semen (FAS) maka semakin kecil porositas. Untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan yang tinggi maka harus digunakan faktor air semen yang rendah, namun jika faktor air semen terlalu kecil pengerjaan beton akan menjadi sangat sulit, sehingga pemadatan tidak bisa maksimal dan akan mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut berakibat menurunnya kuat tekan beton. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan *superplasticizer* yang sifatnya dapat mengurangi air.

Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak dapat maksimal. Partikel terkecil bahan penyusun beton konvensional adalah semen. Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan aditif yang bersifat *pozzolan* dan mempunyai partikel yang sangat halus. Salah

satunya adalah abu terbang (*fly ash*), yang merupakan sisa pembakaran batubara.

Pada penelitian ini, dilakukan pencampuran beton dengan abu terbang sebagai substitusi parsial semen dan bahan tambah *superplasticizer*. Perumusan masalahnya adalah berapa besar kekuatan yang akan terjadi pada beton setelah diberi bahan tambah abu terbang sebagai substitusi parsial semen? dan berapa besar kuat tekan beton setelah diberi bahan tambah *superplasticizer*?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh abu terbang pada beton terhadap meningkatnya kuat tekan beton dan untuk mengetahui pengaruh bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat. Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan (*workability*), memenuhi kuat tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

Beton banyak dipakai oleh para ahli struktur untuk digunakan sebagai material bangunan, karena banyak keunggulan. Keunggulan beton antara lain bahan campuran beton mudah didapat, mudah dibuat, mudah dibentuk, tahan terhadap api dan cuaca. Tetapi beton juga mempunyai kelemahan diantaranya adalah mempunyai kuat tarik yang rendah sehingga bersifat getas (*brittle*), komponen strukturnya relatif berat dan proses pengerasan yang lama. Untuk mendapatkan mutu beton yang baik yang harus diperhatikan adalah kepadatan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan beton antara lain gradasi agregat, proporsi campuran dan kadar air.

Campuran antara semen dan air disebut pasta semen. Pasta semen ini selain berfungsi untuk mengisi pori-pori antara butiran agregat halus dan agregat kasar juga mempunyai fungsi sebagai pengikat sehingga terbentuk suatu massa yang kompak dan kuat.

Menurut L.J Murdock dan K.M Brook (1999), sifat pozzolan pada beton antara lain:

Pertama, penambahan bahan pengganti sebagian semen berupa abu terbang yang merupakan filter dalam beton dan memanfaatkan sifat *pozzolan* dari abu terbang untuk memperbaiki mutu beton, *kedua*, sifat material yang dapat bereaksi dengan bebas dan dapat membentuk suatu persenyawaan dalam semen dan air, serta *ketiga*, penambahan bahan aditif yang merupakan bahan khusus untuk campuran beton sebagai *workability*. Jenis aditif ini adalah *superplasticizer* SP 430. Ketika semen dan air dicampur, partikel-partikel semen cenderung berkumpul menjadi gumpalan yang dikenal sebagai gumpalan semen. Penggumpalan mencegah pencampuran antara semen dan air yang menghasilkan kehilangan kemampuan kerja (*loss of workability*) dari campuran beton. Sebagaimana hal tersebut mencegah campuran hidrasi yang sempurna. Ini berarti bahwa pengurangan kekuatan potensial penuh dari pasta semen akan terjadi. Gumpalan relatif besar dari semen mempunyai permukaan yang kasar dan kesat memerlukan jumlah air yang lebih banyak untuk memproduksi campuran beton yang mudah dikerjakan. Pada saat dicampur *superplasticizer* dapat meningkatkan keplastisan yang menghasilkan campuran beton yang lebih cair. Dengan kata lain *superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang lebih besar.

Kuat tekan beton yang diberi campuran 20%, 30% dan 50% abu terbang lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton normal (Indra Sumajaya, 2004).

Komposisi bahan yang perlu diperhatikan adalah kemudahan (*workability*) dari adukan beton yang ditambah dengan bahan *admixture* (*superplasticizer*) dan campuran yang terlalu banyak air akan menyebabkan *segregasi*.

Adapun jenis beton antara lain:

Pertama, Beton Segar yang di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi yaitu *pertama*, untuk memungkinkan reaksi kimia yang

menyebabkan pengikatan dan pengerasan, dan *kedua*, sebagai pelincir campuran agregat kasar, agregat halus dan semen agar memudahkan pencetakan. Campuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air akan terbentuk menjadi beton segar, dan

Kedua, Beton padat adalah beton yang telah kering dan sudah mengeras. Selama mengalami proses pengerasan, beton harus mempunyai air yang cukup agar beton tidak mengering secara cepat sebelum proses pengerasan selesai. Apabila beton kekurangan atau kelebihan akan memiliki banyak pori maka pengerasan beton tidak akan sempurna. Beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workability* yang diperlukan untuk memberikan kepadatan maksimal.

Admixture adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang diteliti tentang pengaruhnya terhadap beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan.

Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan pengurangan pori-pori udara dalam beton. Abu terbang batubara umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomis serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini umumnya abu terbang digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya abu terbang memiliki berbagai kegunaan antara lain penyusun beton untuk jalan dan jembatan, penimbun lahan bekas pertambangan, sebagai substitusi semen dan bahan baku semen. Persyaratan abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton berdasarkan SNI 03-2460-1991 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Persyaratan kimia abu terbang kelas F

No.	Senyawa	Kadar (%)
1	Jumlah oksida $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ Minimum	70
2	SO_3 maks	5
3	Hilang pijar maks	6
4	Kadar air maks	3
5	Total alkali dihitung sebagai Na_2O maks	1,5

Sumber: SNI 03-2460-1991

Abu terbang sebagai reduktor kebutuhan air dimana pengurangan air tergantung dari karakteristik semen dan abu terbang yang digunakan. Abu terbang juga memberikan kontribusi pada kekuatan beton. Kontribusi ini meningkat seiring dengan peningkatan umur beton (peningkatan) kekuatan dan rasio air bebas/semen (FAS). Pada beton dengan semen *portland* (PC), kadar semen ditentukan dari kadar air.

Dalam penelitian ini digunakan abu terbang kelas F yang diambil dari PT Bukit asal Tanjung Enim. Dosis abu terbang yang dipakai dalam penelitian ini adalah 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Dosis yang tepat untuk penggunaan abu terbang adalah 20% dari substitusi parsial semen menghasilkan kuat tekan beton 30MPa, sedangkan dosis sebesar 50% menghasilkan kuat tekan beton 22,5Mpa (Francis A. Oluokun, 1994), penggunaan abu terbang untuk desain beton dengan ratio air semen menghasilkan kuat tekan beton yang tinggi (Indra Sumajaya, 2004).

Bila ditambahkan dalam campuran beton, *superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton serta dapat meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna

mempertahankan *workabilitas* yang sama. *Superplasticizer* disediakan dalam bentuk cairan. Penggunaan *superplasticizer* membutuhkan tingkatan kontrol yang cukup tinggi terhadap penakaran bahan beton, terutama airnya, karena bila *superplasticizer* ditambahkan pada saat *workabilitas* yang tidak tepat maka akan terjadi *segregasi* (L.J. Murdock dan K.M.Brook).

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya (bersifat eksperimental). Pengujian ini menggunakan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm sebanyak 120 benda uji pada umur beton 3,7,14 dan 28 hari. Menggunakan dua variabel dengan persentase jumlah abu terbang adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

Metode perhitungan dengan menggunakan SNI-03-2834-1993. Dalam perhitungan ini, nilai-nilai yang perlu diketahui sebelum perhitungan adalah kuat tekan yang diisyaratkan $f'_c = 30$ Mpa. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

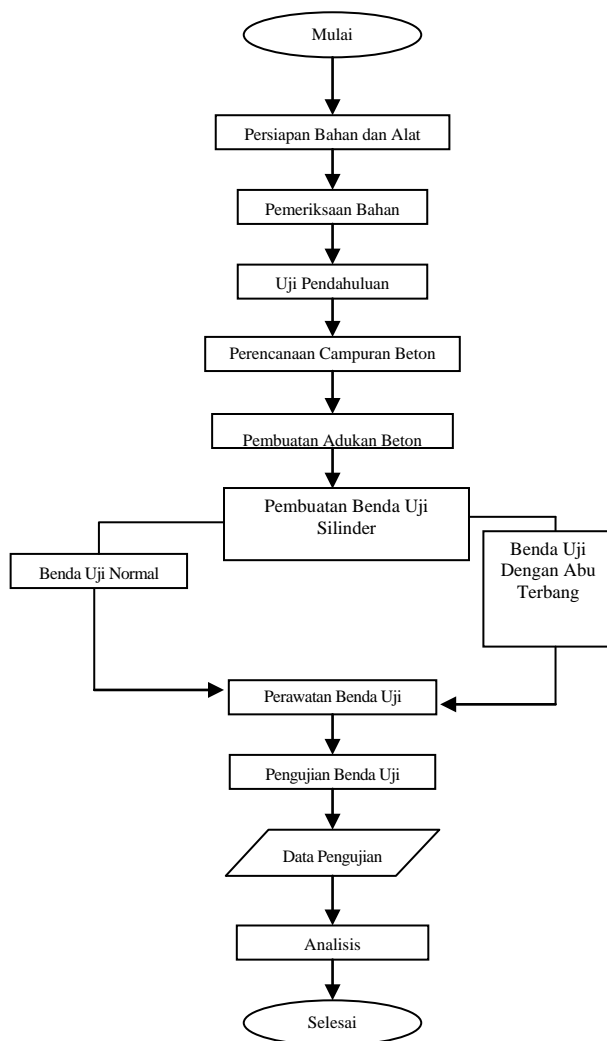
Tabel 2. Komposisi campuran beton/m³

Kadar Abu Terbang (%)	Semen (kg)	Abu Terbang (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (Liter)
0	339,62	0,00	1021,94	770,94	180,00
5	320,60	16,98	1021,94	770,94	178,92
10	303,66	33,93	1021,94	770,94	178,92
15	286,64	50,94	1021,94	770,94	178,92
20	269,66	67,92	1021,94	770,94	178,92
25	252,68	84,91	1021,94	770,94	178,92

Catatan : Semua campuran abu terbang +*Superplasticizer* 0,6% dari berat semen dan berat air

Benda uji yang telah dilepas dari cetakan kemudian dimasukkan ke dalam tong yang berisi air, perendaman dalam air ini merupakan perawatan untuk beton. Perawatan ini berfungsi untuk mencegah penguapan air yang masih diperlukan untuk reaksi hidrasi yang masih terus berjalan. Penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering

yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya retak pada beton. Untuk itu diperlukan cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari. Adapun penelitian dilakukan dengan beberapa tahap seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram alir

PEMBAHASAN

Pengujian beton dilakukan pada saat benda uji berumur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Dari pengujian ini didapat data-data mengenai kuat tekan rata-rata beton. Data hasil kuat tekan beton disajikan dalam bentuk tabel dan kurva. Tabel data kuat tekan berupa nilai kuat tekan rata-rata pada umur yang telah ditentukan sedangkan kurva berupa kurva hasil regresi.

Nilai kuat tekan diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dimana:

f'_c = kuat tekan (kg/cm^2)

P = beban (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kuat tekan benda uji pada laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya:

Tabel 3. Data kuat tekan rata-rata benda uji normal dan abu terbang

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)			
		3	7	14	28
1	BN	18,04	22,83	31,68	33,66
2	BFA5	14,50	22,97	31,36	35,08
3	BFA10	17,00	22,93	31,43	35,84
4	BFA15	14,04	24,38	30,67	35,75
5	BFA20	14,06	22,70	37,28	40,08
6	BFA25	27,35	36,99	34,26	36,00

Dari tabel 3 terlihat bahwa pada umur 28 hari, beton yang diberi abu terbang sebanyak 20% menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal, sedangkan akibat abu terbang 5% kuat tekan beton sebesar 35,08 MPa, untuk abu terbang 10% kuat tekan beton sebesar 35,84 MPa, dan akibat abu terbang 25% kuat tekan beton sebesar 36,00 MPa.

Hubungan antara nilai kuat tekan dan umur benda uji yang dianalisa dengan menggunakan persamaan regresi. Rumus regresi yang dipakai dalam penelitian ini adalah (ACI Material journal, 1994):

$$f'_c = \frac{at}{(b+t)}$$

dimana:

f'_c = kuat tekan, (MPa)

t = umur benda uji, (Hari)

a dan b = konstanta yang dicari dengan program statistica

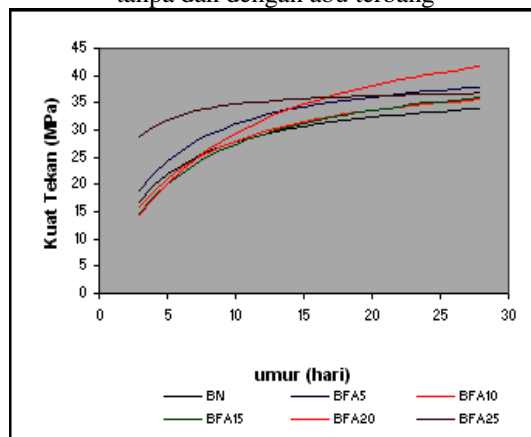
Persamaan regresi ini dipakai karena merupakan persamaan yang universal dan berlaku untuk setiap batasan. Persamaan regresi berfungsi untuk melihat kecenderungan hubungan antara kuat tekan dengan umur benda uji yang diteliti. Dengan demikian dapat diprediksi nilai kuat tekan benda uji pada umur-umur yang akan datang (ACI Material Journal, 1994).

Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata benda uji pada tabel 3, dapat dibuat kurva regresi hubungan kuat tekan dengan umur benda uji. Penyelesaian kurva regresi dan persamaan regresi

dapat diselesaikan dengan menggunakan Program Statistica.

Dengan menggunakan program statica dapat ditentukan R yang mendekati 1 (satu) sehingga akan mendapatkan persamaan yang akurat. Nilai R, a dan b untuk masing-masing kuat tekan rata-rata dapat dilihat pada gambar 2. Untuk lebih lengkap kurva regresi hubungan kuat tekan dan umur benda uji dapat dilihat berikut ini:

Gambar 2. Analisa Regresi kuat tekan benda uji tanpa dan dengan abu terbang



Dari gambar dapat dilihat bahwa penambahan abu terbang 20% menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.

Hasil penelitian ini didapat kuat tekan benda uji beton normal dan persentase kenaikan kuat tekan pada umur 28 hari. Hasil analisa kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Kuat tekan rata-rata umur 28 hari akibat abu terbang

Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 hari	% Kenaikan Kuat Beton
BN	33,66	0
BFA5	35,08	4,22
BFA10	35,84	6,48
BFA15	35,75	6,21
BFA20	40,08	19,07
BFA25	36,00	6,95

Dari tabel diatas didapat kuat tekan beton meningkat dengan penambahan abu terbang sebesar 20% Persentase peningkatan kuat tekan beton sebesar 19,07 %. Ini berarti bahwa penambahan abu terbang sebanyak 20% sebagai substitusi parsial semen menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi.

Benda uji yang sudah di tes kuat tekannya, kemudian diamati kekeratakan pada benda uji tersebut. Benda uji yang mempunyai kuat tekan yang rendah memiliki tipe keretakan berbentuk *shear*. Pada penelitian ini tipe keretakan cenderung berbentuk *columnar*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan penambahan abu terbang 20% sebagai substitusi parsial semen dan *superplasticizer* 0,6% akan meningkatkan kuat tekan beton. Persentase abu terbang sebagai substitusi partikel semen mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Beton dengan abu terbang 20% pada umur 28 hari memberikan kuat tekan beton sebesar 40,08 Mpa

Saran

Pada penelitian ini benda uji yang dibuat adalah berbentuk silinder dengan diameter 10cm dan tinggi 20cm dan menggunakan abu terbang dan *superplasticizer* sebagai bahan campuran. Untuk

penelitian selanjutnya dapat digunakan cetakan berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan bahan campuran lainnya seperti abu sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 226. 3R-87. 1996. *Use of fly ash in Concrete*, reported by ACI Committee 226.
- ACI Manual of Concrete Practise, Part 1
- ACI 211.1-89. 1989. *Standard Practise for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*, reported by ACI Committee 211.
- ASTM C-33. 2008. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, reported by ASTM C-33.
- Francis A Oluokun, Fly Ash concrete Mix Design and the Water Cement Ratio Law, *ACI Material Journal*, Vol. 91, pp.362-371, Juli-Agustus 1994.
- Indra Sumajaya, Pengaruh Tekanan Awal Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Abu Terbang Sebagai Substitusi Parsial Semen, *Skripsi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sriwijaya*, 2004.
- Murdock, L.J, Brook, K.M. 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- SNI 03-2460-1991, *Abu Terbang Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton Spesifikasi*.
- Supartono., F.X . 2000. *Teknologi Beton*, Jakarta: Penerbit Fakultas Teknik Universitas Indonesia.